LEUCITE

Rosenbusch



Separat-Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. 1885. Bd. II.

Ein Beitrag zur Morphologie des Leucits.

Von

H. Rosenbusch.

Die lichtvolle Darstellung des Baus der Leucitkrystalle, welche C. KLEIN jüngst in den Nachrichten der K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1884. No. 11. S. 421—472 und in dies. Jahrb. III. Beilageband p. 522 gegeben hat, regte wieder zu erneutem Studium dieses für den Mineralogen und Petrographen gleich wichtigen Körpers an, mit welchem sich im hiesigen mineralogisch-geologischen Institute auf meine Anregung auch A. MERIAN und S. PENFIELD beschäftigt hatten. Dass der Leucit sich in den Gesteinen, die ihn enthalten, als regulärer Krystall bildete, darüber wird nach den Untersuchungen KLEIN's schwerlich noch ein Zweifel bleiben können; dass der actuelle optische und krystallographische Zustand des Leucits kein dem regulären System entsprechender sei, dürfte ebenso feststehen. Wollte man nun versuchen, das optische Verhalten nach Analogie des Granats und ähnlich sich gerirender regulärer Körper aufzufassen, so würde doch nach dem augenblicklichen Stande der Erfahrungen die goniometrische Deformation durch solche Auffassung eine Erklärung nicht finden. Man wird also zu der Annahme gedrängt, dass im Leucit ein Körper mehr vorliege, der bei verschiedenen Temperaturen mit verschiedenem Grade von Symmetrie krystallisirt. KLEIN hebt denn auch mit Recht die Analogie mit dem Boracit hervor.

Weniger sicher sind wir unterrichtet über das Krystallsystem, dem der Leucit bei den auf der Erdoberfläche herr-

schenden normalen Temperatur- und Druckverhältnissen zuzurechnen sei. Auch hier bedeutet Klein's Arbeit einen wesentlichen Fortschritt, insofern er die Annahme des quadratischen Systems als unzulässig nachwies. Er hält den actuellen Leucit für rhombisch; doch fand auch er ebenso wie Mallard gewisse Phänomene im polarisirten Licht, die mit rhombischer Symmetrie nicht direct vereinbar sind. Klein will dieselben durch Spannungen erklären, Mallard nimmt, auf diese Phänomene gestützt, für den Leucit das monokline System in Anspruch. Fouqué und Michel-Lévy gelangen zu der Überzeugung, dass eine consequente Verwerthung dieser Phänomene zu der Einreihung des Leucits in das trikline System führen müsse.

Soviel scheint festzustehen, dass bei Ablehnung des triklinen Systems für den Leucit gewisse optische Phänomene nicht aus der Krystallsymmetrie heraus erklärbar sind, sondern als anomale Phänomene, als Störungen, Spannungen, oder wie man es nennen will, übrig bleiben. Sie sind, wenn ich den Vergleich wagen soll, ähnlich dem unverwendbaren Rest bei der Berechnung einer Analyse. Einen solchen erklärt man durch Fehler des Analytikers, durch Mangelhaftigkeit der angewandten Methoden und durch Abweichungen der analysirten Substanz von der normalen Zusammensetzung. Da die optischen Anomalien des Leucits bei Annahme jedes andern, als des triklinen Systems, von allen Beobachtern wahrgenommen werden und den angewandten Methoden gewiss nicht der Vorwurf mangelnder Exaktheit gemacht werden kann, so würde man bei Verfolgung der angedeuteten Analogie dahin geführt werden, die Erklärung in „Abweichungen von der normalen Zusammensetzung“, d. h. hier wohl, darin zu suchen, dass der beobachtete Zustand überhaupt nicht ein rein krystallographischer sei. Denken wir uns einen im starren Aggregatzustand befindlichen Krystall unter solche physikalische Bedingungen versetzt, dass eine molekulare Umlagerung sich in demselben vollziehen muss, so wird in demselben ein Widerstreit eintreten. Dem Bestreben der Moleküle, eine den neuen physikalischen Bedingungen entsprechende Molekularordnung anzunehmen, steht der Widerstand der vorhandenen starren Form entgegen. Man kann sich diesen Antagonismus auf mehrere Weisen gelöst denken. Der Widerstand der starren

Form ist unüberwindlich; es tritt innerhalb derselben eine Neuordnung ein und nur physikalisch erkennen wir den ganzen Vorgang an dem Widerspruch zwischen formaler und physikalischer Symmetrie. Ein derartiger Zustand muss nothwendig zu starken Spannungen im Molekulargebäude führen; dieselben geben sich bekanntlich bei Boracit, und wenn man geneigt ist ihn hieher zu rechnen, auch bei Granat deutlich genug kund, worauf besonders E. Bertrand aufmerksam machte. — Eine andere Möglichkeit ist es, dass der Widerstand der starren Form vollkommen besiegt wird; es muss sich dann ein mehr oder weniger lockeres Aggregat bilden, bei dessen Einzelindividuen nun wieder formale und physikalische Symmetrie im Einklang stehen. Die durch Erhitzung hervorgebrachte Umwandlung von Aragonit in Calcit liefert ein Beispiel. — Oder endlich es bildet sich eine Art Compromiss-Zustand. Die alte starre Form passt sich bis zu einem gewissen Grade der neugebildeten Molekularordnung an; es findet eine grössere oder geringere Deformation der Krystallgestalt statt. Auch hier müssen, da die Anpassung im starren Aggregatzustande keine vollkommene sein kann, unausgelöste Spannungen zurückbleiben. Das wäre der Fall bei Leucit.

Daraus scheint mir hervorzugehen, dass der optische Zustand der dem ersten und dritten Fall zuzurechnenden Körper kein „reiner" ist; er ist vielmehr gleichzeitig bedingt durch die neue Molekularordnung und durch unausgelöste Spannungen. Man kann daher aus der Beobachtung der optischen Phänomene, und, im dritten Fall, auch aus dem goniometrischen Verhalten nicht mit Sicherheit das dem actuellen Zustand der Verbindung eigene Krystallsystem mit Sicherheit ableiten.

Ich möchte noch einen Schritt weiter gehen und behaupten, dass ohne Veränderung des Krystallsystems in weiterem Sinne sich ein optisches Verhalten bei solcher molekularer Umlagerung ausbilden kann, welches in keinerlei Weise mit dem Krystallsystem vereinbar ist. Der Tridymit z. B. zeigt ein von M. Schuster und A. von Lasaulx zuerst beobachtetes und allen Mineralogen bekanntes optisches Verhalten bei gewöhnlicher Temperatur, welches auf ein triklines System deutet. Bei ausreichender Erwärmung verschwindet die Doppelbrechung

und Feldertheilung der Täfelchen für senkrecht auffallendes Licht. Die nach dem Vorgange von MICHEL-LÉVY und BOURGEOIS aus Zirkon durch Schmelzen in Soda dargestellten Täfelchen von ZrO_2 verhalten sich ebenso. Soll man nun schliessen, dass die wasserfreie Kieselsäure bei hoher Temperatur holoëdrisch hexagonal als Tridymit krystallisire, bei normaler Temperatur sich in krystallographisch-stabiler Gleichgewichtslage befinde in zwei Formen, der trapezoëdrisch-tetartoëdrischen des Quarzes und der triklinen, wie sie der Tridymit anscheinend zeigt? Es will mir naturgemässer scheinen, die durchaus hypothetische trikline Form, welche man aus dem Tridymit hat ableiten wollen, fallen zu lassen, und das optische Verhalten des Tridymit als die Folge eines Spannungszustandes aufzufassen, der sich innerhalb der starren Tridymitkrystallform durch das Bestreben nach einer molekularen Umlagerung in die Quarzform ausbildet. Durch diesen Conflict ist wohl auch der von KLEIN mit Recht immer wieder betonte Einfluss der Krystallform auf die Vertheilung und Anordnung der optischen Elasticität in den anomalen Krystallen bedingt.

Das sind ja Betrachtungen, die gewiss jeder angestellt hat, welchen die beregten Phänomene wenn auch noch so oberflächlich beschäftigt haben. Ich würde dieselben auch sicher unterdrückt haben, wenn sie mich nicht zu einer vielleicht nicht ganz interesselosen Beobachtung geführt hätten. Bei consequenter Verfolgung dieses Gedankenganges kommt man nemlich zu der Überzeugung, dass dann, wenn durch das Anstreben einer molekularen Umlagerung eine Deformation der vorhandenen starren Krystallform erreicht wurde, so dass diese eine „reine“ Krystallform nicht mehr ist, es nicht unmöglich sein dürfte, durch eine Wiederherstellung der ursprünglichen Entstehungsbedingungen nicht nur eine physikalische, sondern auch eine goniometrische restitutio in integrum zu erreichen. Der Zustand muss hiebei ja ein ähnlicher sein, wie wenn man eine durch Druck erzeugte Zwillingslamelle in einem Calcitrhomboëder, welche dieses nicht ganz durchsetzt, vor sich hat. Eine solche Lamelle hat etwas Unfertiges an sich; sie stellt einen Art Compromisszustand zwischen dem durch den ausgeübten Druck angestrebten Gleichgewichtszustand und dem Widerstand der vorhandenen starren Form

dar. Man kann solche Lamellen bekanntlich, wie zuerst E. Reusch zeigte, durch Erwärmung leicht zum Verschwinden bringen, während durch Druck erzeugte Zwillingslamellen im Calcit, die den ganzen Krystall durchsetzen, und bei deren Entstehung also der Widerstand der starren Form vollständig überwunden wurde, durch Erwärmen nicht wieder umgelagert werden können.

Dass nun die goniometrische Ausbildung des Leucits keine rein krystallographische sei, das nimmt auch Klein an, wie aus seinen Worten auf S. 428 l. c. hervorgeht: „... erlaube ich mir zu bemerken, dass die Zwillingsbildung ihren Einfluss auf die Winkel wohl äussern wird, daneben aber sicher der Einfluss herläuft, den die Contraction auf die Krystalle ausübt, wenn diese sich abkühlen und vom regulären in den Zustand übergehen, in dem sie sich jetzt befinden.“ Dieser Satz, den ich voll und ganz unterschreiben möchte mit einer kleinen Reservation, enthält in nuce einen grossen Theil obiger Betrachtungen und es ist mir eine Genugthuung, mich mit meinem verehrten Freunde in Übereinstimmung zu wissen. Ich meine nemlich, dass mit dem Übergange aus dem regulären System in die Compromissform nicht nothwendig eine Contraction stattfinden muss, weil die letztere einer niedrigeren Temperatur entspricht. Ob Contraction oder Dilatation eintrat, liesse sich mit Sicherheit wohl nur aus den specifischen Gewichten oder den Brechungsexponenten der beiden Zustände ableiten; wir kennen diese aber nur für die eine Modifikation. — Da nun die optische Rückführung des Leucits in den regulären Zustand bei einer Temperatur von etwa 500° gelungen war, so schien es mir angezeigt, auch die goniometrische zu versuchen. Die Messung von Krystallen bei einer Temperatur von 500° hat nun allerdings ihre Schwierigkeiten; ich hoffe jedoch dieselben überwinden zu können. Immerhin schien es rathsam, zunächst von eigentlichen Messungen abzusehen und die Beobachtung darauf zu richten, ob etwa bei geeigneter Temperatur die Zwillingsstreifung auf den Krystallflächen des Leucits „ausgeglättet“ werden könne.

Zu diesem Zweck brachte ich einen mit vorzüglich deutlichen Zwillingslamellen versehenen aufgewachsenen Leucitkrystall vom Vesuv in eine Platinpincette vor das horizontal

aufgestellte Mikroskop und stellte scharf im reflectirten Lichte einmal so ein, dass die Zwillingslamellen hell waren, die grössere Ausdehnung der Fläche dagegen nicht spiegelte, dann so, dass die Fläche in ihrer grössten Ausdehnung spiegelte, die Lamellen und geknickten Felder im Schatten lagen und erwärmte nun den Krystall durch eine sehr kleine Bunsen'sche Flamme. Der Versuch wurde endlich sowohl an Flächen ausgeführt, die bei Annahme des quadratischen Systems die Bezeichnung P (111), wie diejenige von 4P2 (421) erhalten würden.

Bei jedem Versuche trat bald nach Beginn der Erwärmung eine Bewegung auf der beobachteten Fläche hervor, die schwer zu beschreiben ist, die aber an den Klüften, welche die Fläche durchsetzten, besonders deutlich war und welche bei ausreichender Temperaturerhöhung zu einer Veränderung der Zahl, der Lage und der Dimensionen der ursprünglich vorhandenen Zwillingslamellen führte. Es verschwanden bald einzelne und Gruppen von Zwillingslamellen, es bildeten sich neue auf vorher ganz ebenen Flächentheilen, aber stets in solcher Lage, dass sie der Projection von Flächen von ∞O (110) auf die untersuchte Fläche entsprachen. Bei hinreichender Erwärmung verschwanden alle Lamellen und alle Flächenknicke und die Fläche war je nach der ursprünglichen Einstellung vollständig im Schatten, oder spiegelte in ihrer ganzen Ausdehnung. Die Fläche hatte also offenbar die Lage und Beschaffenheit einer vollkommen einheitlichen, nicht deformirten, den Anforderungen der Theorie entsprechenden Krystallfläche. Dass sie eine Fläche von 2O2 (211) geworden war, ist nicht mit Sicherheit aus dem Versuch zu erschliessen, aber doch sehr wahrscheinlich. Der exakte Nachweis hiefür wäre nur durch Messung der reciproken Neigungen mehrerer Flächen zu einander zu liefern. Ich hoffe diesen Nachweis später führen zu können.

Sobald die Temperatur sank, kehrten die Zwillingslamellen und Knickungen wieder, aber durchaus nicht immer in der früheren Ausbildung, sondern in anderer Zahl und Vertheilung und nur das Gesetz der Zwillingslamellirung blieb erhalten.

Dass mit solchen wiederholten Umlagerungen starke Erschütterungen des Molekulargebäudes verbunden sein müssen, schien daraus hervorzugehen, dass der Krystall nach mehr-

facher Wiederholung des Versuchs in Bruchstücke zerfiel. An einem solchen Fragment wurde derselbe Versuch mit gleichem Erfolge noch verschiedene Male wiederholt

Mir scheint aus diesen Thatsachen hervorzugehen, dass die Entwicklung der Lamellen nach ∞O (110) beim Leucit bedingt ist durch die Verschiebung von Krystalltheilen an den als Gleitflächen anzusehenden Rhombendodekaëderflächen. Durch diese Verschiebung werden Spannungen ausgeglichen, welche durch den bei niederer Temperatur nothwendig werdenden Übergang des Leucits zu einer neuen, noch unbekannten Molecularordnung entstehen.

Heidelberg, März 1885.





